

MODELAGEM MATEMÁTICA DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE CAJU EM XAROPE DE MILHO

Patrícia Moreira Azoubel[1]*; José Lucena Barbosa Jr. [2]; Fernanda
Elizabeth Xidieh Murr[3]

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência da temperatura (30, 40 e 50°C) na desidratação osmótica de fatias do pedúnculo do caju em xarope de milho (50% p/p). O tratamento osmótico foi conduzido em uma incubadora com agitação de 80rpm. A cinética de perda de água foi determinada através de uma equação de dois parâmetros, baseada na segunda lei de Fick. A difusividade efetiva da água variou de $0,19 \times 10^{-9}$ a $0,32 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$.

Palavras-chave: caju, desidratação osmótica, difusividade efetiva.

MATHEMATICAL MODELLING OF OSMOTIC DEHYDRATION OF CASHEW APPLE IN CORN SYRUP

SUMMARY

This work had as objective the study of the influence of temperature (30, 40 e 50°C) in the osmotic dehydration of cashew apple slices in corn syrup (50% w/w). The osmotic treatment was conducted in an incubator with an agitation of 80 rpm. Kinetics of water loss was determined by a two parameter model, based on Fick's second law. The water effective diffusivities ranged from $0,19 \times 10^{-9}$ to $0,32 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$.

Keywords: cashew apple, osmotic dehydration, effective diffusivity.

1- INTRODUÇÃO

A preservação de alimentos como frutas e verduras pode ser feita através da desidratação. Os produtos secos podem ser armazenados e transportados a um custo relativamente baixo. Entretanto, a remoção de água pode levar a um decréscimo nos valores nutritivos e nas propriedades sensoriais. O tratamento preliminar da matéria-prima utilizando processos como a desidratação osmótica é de importância fundamental [3].

[1] Embrapa Semi-Árido, BR 428, km 152, Caixa Postal 23, Zona Rural, Petrolina-PE, 56300-970, pazoubel@cpatsa.embrapa.br- Autor responsável

[2] Departamento de Engenharia de Alimentos, FEA-Unicamp, lucena@fea.unicamp.br

[3] Departamento de Engenharia de Alimentos, FEA-Unicamp, fexmurr@fea.unicamp.br

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar e ajustar o processo de desidratação osmótica de fatias do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) utilizando diferentes temperaturas.

2- MATERIAL E MÉTODOS

Cajus maduros (10 a 12ºBrix), adquiridos no mercado local, cortado em rodela de 0,5cm de espessura. As fatias foram imersas em xarope de milho contendo 0,02% de metabissulfito de sódio, aquecidas à temperatura de processo e agitadas a 80rpm em uma incubadora. Foi utilizada uma razão amostra/solução de 1:10. Em tempos pré-determinados, as fatias foram retiradas da solução, enxaguadas com água destilada, colocadas em papel absorvente e pesadas. Os experimentos foram feitos em triplicata.

A cinética de desidratação foi estudada pelo acompanhamento da perda de água (PA), calculada pela Equação 1:

$$PA(\%) = 100 \frac{(E_o - E_t)}{M_o} \quad (1)$$

Onde: E_o é o conteúdo inicial de água do produto (kg), E_t o conteúdo de água do produto em um tempo t (kg) e M_o a massa inicial do produto (kg).

AZUARA *et al.* [1] encontraram uma equação capaz de prever a cinética de desidratação osmótica, bem como a determinação do ponto final de equilíbrio, sem a necessidade de se chegar, de fato, ao equilíbrio, utilizando apenas um curto período de processo. Partindo de um balanço de massa no material que sofre desidratação, chegou-se a Equação 2:

$$\frac{t}{PA} = \frac{1}{S_1 PA_\infty} + \frac{t}{PA_\infty} \quad (2)$$

Onde: S_1 é uma constante relacionada à perda de água (PA) e PA_∞ é a quantidade de água deixando o sólido no equilíbrio.

Crank [2], baseado na Segunda Lei de Fick para uma placa plana em contato com uma quantidade infinita de solução, considerando regime transiente e curtos períodos de tempo, chegou a Equação 3:

$$\frac{PA_t}{PA_\infty} = 2 \left(\frac{D_{ef} t}{\pi L^2} \right)^{1/2} \quad (3)$$

Onde: PA_t é a quantidade de água deixando o sólido no tempo t (%).

Baseados nas equações descritas acima, AZUARA *et al.* [1] obtiveram uma equação capaz de calcular a difusividade efetiva, considerando uma geometria similar à placa plana infinita:

$$D_{ef} = \frac{\pi t}{4} \left[\left(\frac{S_1 L}{1 + S_1 t} \right) \left(\frac{PA_{\infty}^{mod}}{PA_{\infty}^{exp}} \right) \right]^2 \quad (4)$$

Onde: PA_{∞}^{exp} é o valor no equilíbrio obtido experimentalmente. Caso esse valor seja desconhecido, assume-se que seja igual ao valor no equilíbrio obtido pelo modelo (PA_{∞}^{mod}), desde que os dados da cinética sejam adequadamente ajustados pela Equação 2.

A difusividade referente ao processo é calculada fazendo-se a média aritmética dos valores de difusividade encontrados para cada tempo:

$$\overline{D}_{ef} = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} D_{ef(i)}}{N} \quad (6)$$

O erro relativo médio (P) foi calculado através da Equação 7 [4] a fim de avaliar se o modelo utilizado foi ou não preditivo ($P < 10\%$).

$$P = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|V_p - V_o|}{V_o} \quad (7)$$

3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 mostra os dados da perda de água durante o tratamento osmótico para as condições de processo estudadas e o ajuste feito utilizando-se o modelo de Azuara *et al.* [1]. Observa-se uma forte influência da temperatura, onde as maiores taxas de perda de água ocorreram quando a temperatura de 50°C foi utilizada.

A Tabela 1 apresenta os valores de D_{ef} , S_1 , R^2 e P . Percebe-se que para valores mais altos de S_1 , obtém-se maiores D_{ef} , indicando uma maior difusão de água por unidade de tempo. Durante a desidratação osmótica, o gradiente de pressão age como força propulsora. Essa força propulsora depende, dentre outros fatores, da temperatura em que o processo é realizado. Dessa forma, o aumento desse parâmetro resulta em um maior gradiente de pressão osmótico e conseqüentemente no aumento do transporte de água. O modelo foi capaz de prever desidratação osmótica utilizando tempos curtos de processamento, obtendo-se erros relativos médios satisfatórios.

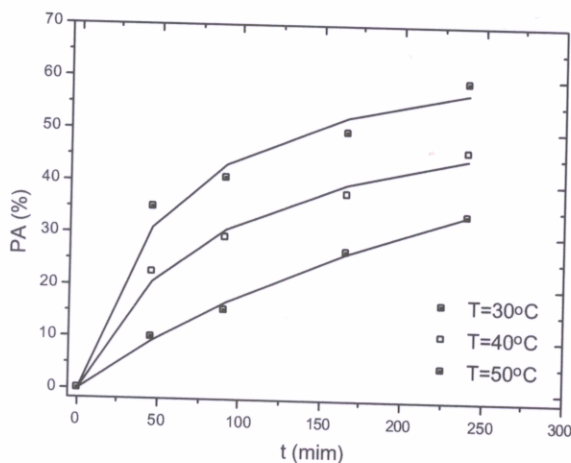


Figura 1. Perda de água (a) e ajuste pelo modelo de Azuara *et al.* [1]

Tabela 1. Valores de D_{ef} , S_1 , R^2 e P

T (°C)	$D_{ef} \times 10^9 (m^2/s)$	S_1	R^2	P (%)
30	0,148	0,003	0,906	4,073
40	0,827	0,011	0,980	5,329
50	1,168	0,017	0,978	7,041

4- CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na desidratação osmótica de caju em xarope de milho mostraram que temperaturas mais altas promovem maior perda de água e conseqüentemente maiores valores de difusividade efetiva são obtidos. O modelo empírico mostrou-se preditivo, apresentando valores de erro relativo médio aceitáveis.

5- AGRADECIMENTO

A FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo apoio financeiro.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AZUARA, E.; BERISTAIN, C.I.; GARCIA, H.S. Development of a mathematical model to predict kinetics of osmotic dehydration. *Journal of Food Technology*, v.29, p.239-242, 1992.
- [2] CRANK, J. 1975. *Mathematics of diffusion*. Clarendon Press, Oxford.
- [3] LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: technology and application. *Drying Technology*, v.14, p. 391-413, 1996.
- [4] LOMAURO, C. J.; BAKSHI, A. S.; LABUZA, T. P. Moisture transfer properties of dry and semimoist food. *Journal of Food Science*, v.50, p.397-400, 1985.